

Infraestructura física, “Clubs de Convergencia”, y Crecimiento Económico: Alguna evidencia empírica

*José Darío Uribe E.**

I. INTRODUCCION

Este trabajo presenta los resultados de un estudio econométrico sobre los determinantes del crecimiento económico, basado en regresiones de corte transversal que usan información de 99 países. Los resultados sugieren que mientras la existencia de una fuerza laboral con educación secundaria es un prerrequisito para que los países de más bajos ingresos entren en un proceso de crecimiento económico sostenido, la conformación de una infraestructura física adecuada (por ejemplo, de centrales de energía, telecomunicaciones, carreteras, puertos y ferrocarriles) es un prerrequisito para que las economías de medianos ingresos continúen su proceso de desarrollo económico y cierren la brecha con el ingreso per-cápita de las naciones más prósperas. De acuerdo con los resultados encontrados, la inhabilidad de la economía colombiana

* Este trabajo hace parte de un proyecto más amplio sobre crecimiento económico realizado para el Departamento Nacional de Planeación. Las opiniones expresadas son responsabilidad exclusiva del autor. Se agradecen los comentarios de Carlos Esteban Posada y de los asistentes al seminario de Fedesarrollo.

para alcanzar a los países más avanzados en niveles de productividad y de ingreso podría estar explicada por las deficiencias en su infraestructura física.

Desde el punto de vista teórico, los resultados presentados en este trabajo favorecen la idea de “etapas de crecimiento”, presentada inicialmente por Rostow (1960) y defendida luego por algunos teóricos del desarrollo económico¹. En efecto, los resultados del estudio sugieren que hay una “masa crítica” en las externalidades que surgen de la acumulación de capital humano, por debajo de la cual el crecimiento económico es cero o negativo², y por encima de ella las economías comienzan a crecer y a mostrar una alta sensibilidad del

¹ En general, los resultados favorecen las ideas de los modelos con “masas críticas”, los cuales incluyen, entre otros, los modelos de “trampa de la pobreza” de Nelson (1956) y Easterly (1990); los modelos de “big push” de Rosestein-Rodan (1947) y de Murphy, Schleifer y Vishny (1989); y el modelo de Azariadis y Drazen (1989) que citaremos a continuación.

² Puede parecer extraño para algunos, pero el proceso de crecimiento económico no se ha iniciado o se ha interrumpi-

producto a las mejoras en el nivel de educación de la población. Esto apoya la idea de Rostow de que las economías tienen un período en el cual se establecen las “precondiciones para despegar” en el proceso de crecimiento económico, así como la idea recientemente avanzada por Azariadis y Drazen (1990) de que un proceso económico sostenido requiere que la acumulación de capital humano haya alcanzado cierta “masa crítica”. Los resultados del estudio sugieren, además, que un cierto “umbral”³ en las externalidades que surgen de las inversiones en infraestructura física, define el paso de una economía de desarrollo económico medio a una economía de desarrollo económico alto. Esto apoya, en cierta forma, la idea “smithiana” del crecimiento; esto es, que es el tamaño del mercado lo que determina el crecimiento económico a través de su efecto sobre la división del trabajo y la productividad. El papel de la infraestructura física en este proceso podría ser el de permitir que una economía que está dividida en mercados que son pequeños y aislados se convierta luego en un mercado conectado y grande que permita la producción en gran escala y la especialización en la producción.

Algunas de las limitaciones de este estudio deben reconocerse de manera explícita desde el principio. El trabajo hace parte de un proyecto de investigación más amplio que cubre artículos sobre el papel de la educación en el proceso de crecimiento económico, la relación entre las políticas económicas y el proceso de crecimiento económico, y la importancia en este proceso de las llamadas eco-

do en una gran cantidad de países. Easterly (1990) encuentra, por ejemplo, que en los últimos 25 años el crecimiento del producto per-cápita no es significativamente diferente de cero en Haití, Nigeria, Senegal, Venezuela, Rwanda, Sudan, Líbano, Etiopía, Jamaica, Benin, Trinidad y Tobago, Sierra Leona y Surinam. Aún peor, 16 países han tenido crecimiento económico negativo: República Centro Africana, Níger, Ghana, Madagascar, Somalia, Chad, Zaire, Zambia, Angola, Guyana, Nicaragua, Guinea Bissau, Kiribati, Santo Tomás, Liberia y Kuwait.

³ Traducción al español de la palabra en inglés “threshold”, muy usada en la literatura reciente sobre el crecimiento económico.

nomías de “aglomeración” y de las externalidades provenientes de las inversiones en infraestructura física. Los aspectos relacionados con estos temas se discuten aquí muy superficialmente y en algunos casos las afirmaciones que se presentan pueden parecer “gratuitas.” En especial, aunque ofrecemos una posible interpretación, debemos reconocer que para nosotros es todavía un “rompecabezas” la razón por la cual la elasticidad del producto a los cambios en educación secundaria es cero en el caso de los países de mediano-alto ingreso, e igualmente la razón de que el efecto sobre el crecimiento de la educación primaria, secundaria y universitaria no varíe de acuerdo con el nivel de desarrollo económico de los países⁴. Asimismo, el estudio econométrico presentado en la sección II es susceptible de un refinamiento mucho mayor. Por el momento, sin embargo, he decidido dejarlo tal como está ya que creo, con Fritz Machlup, que los “resultados econométricos no son nunca mejores que el razonamiento analítico por el cual ellos pueden ser sustentados”⁵. Quien no comparta esta idea puede destapar su herramienta de pruebas estadísticas y de teoría asintótica, con tal mala suerte que, muy probablemente, llegará a la conclusión de que no existe una función de producción agregada que sea común a todos los países⁶.

⁴ Podría pensarse, por ejemplo, que en los países de menores ingresos la educación primaria sea la variable relevante para el crecimiento económico; en los países de desarrollo intermedio, la educación secundaria; y en los países desarrollados, la educación universitaria. Los datos, sin embargo, no parecen indicar que esto sea así. La posible “explicación” de este “fenómeno” es en parte un trabajo en proceso de este autor.

⁵ Citado por Richard Musgrave en una conferencia presentada en el Federal Reserve Bank of Boston. Véase, Musgrave, R., “Discussion” en “Is there a Shortfall in Public Capital Investment? Federal Reserve Bank of Boston, 1991.

⁶ En efecto, uno de los líderes mundiales en la teoría y en la práctica de la econometría, Steven Durlauf, ha realizado recientemente un trabajo con J. Johnson en el cual estudia, con técnicas estadísticas muy sofisticadas, si las economías obedecen a diferentes funciones de producción. La conclusión es que sí, y apoya el análisis y los resultados que presentamos en la sección II de este trabajo (véase, Durlauf y Johnson, 1992).

El trabajo está organizado en tres secciones principales. En la sección II se estudian las tasas de crecimiento económico de 99 países durante el período 1960-1985 para ver hasta que punto los datos confirman (o niegan) la idea nuestra de que las funciones de producción agregada cambian de forma de acuerdo con el nivel de desarrollo económico. Un análisis rápido de los resultados econométricos sugiere que países con condiciones iniciales diferentes convergen a diferentes valores de equilibrio y obedecen a diferentes funciones de producción agregada, tal y como se esperaría en los modelos de “masas críticas” y equilibrios múltiples. En la sección III se busca identificar algunas de las principales razones por las cuales la gran mayoría de los países en desarrollo son incapaces de moverse hacia más altas etapas de desarrollo económico. Como se deriva de lo anterior, las variables en las cuales centramos nuestra atención son la educación y la infraestructura física. La sección IV presenta las conclusiones.

II. DIFERENCIAS EN LAS FUNCIONES DE PRODUCCION AGREGADA

Es conveniente comenzar examinando las tasas de crecimiento económico de los países para ver hasta que punto los datos confirman (o niegan) la idea de que cada país tiene acceso a una función de producción agregada común. Esta idea, como es bien sabido, es la base para que muchos autores concluyan que, condicional a las tasas de ahorro y de crecimiento poblacional, las economías del mundo tienden a converger al mismo nivel de ingreso per-cápita. Nosotros queremos argumentar, por el contrario, que los datos muestran que las funciones de producción agregada cambian de acuerdo con el nivel de desarrollo económico y, por lo tanto, que existen lo que Baumol llamó hace algunos años “clubs de convergencia”. Esto quiere decir que esperamos: (a) identificar grupos de países con condiciones iniciales similares que tienden a converger al mismo nivel de ingreso per-cápita y (b) encontrar que el análisis de regresión aplicado a diferentes sub-muestras de países mejora los

resultados estadísticos de manera significativa. Interpretaremos estos resultados sugiriendo que países con diferentes condiciones iniciales convergen a diferentes valores de equilibrio y obedecen a diferentes funciones de producción agregada.

A. Latoría

1. Revisión

El punto de partida de nuestro análisis es una breve revisión del trabajo reciente de Mankiw, Romer y Weil (1992). Estos autores han hecho un trabajo excelente sobre la forma de estudiar las implicaciones de corte transversal del modelo neoclásico de crecimiento económico. Además, ellos han presentado la evidencia empírica más fuerte en favor de la visión neoclásica. Por lo tanto, queremos usar su modelo y sus resultados econométricos como base para comparar éstos con los que nosotros obtenemos luego de dividir en varios subgrupos la muestra de países que ellos usaron; si su modelo estimado puede ser considerado desde el punto de vista estadístico mejor que el nuestro, aceptaremos la visión neoclásica de que cada país tiene acceso a una función de producción agregada común. Pero si los resultados estadísticos mejoran de manera significativa luego de dividir los países en “clubs de convergencia”, concluiremos que existe evidencia empírica fuerte en favor de la idea de heterogeneidad en las funciones de producción agregada de los países, y lo usaremos como un “hecho estilizado” que requiere ser explicado.

Para ser específico, nuestro análisis empírico comienza con una forma extendida del modelo de crecimiento de Solow (1956), a la manera de Mankiw, Romer y Weil (M-R-W) (1992). El producto real está determinado por una función Cobb-Douglas del capital físico, el capital humano y el trabajo:

$$Y_t = K_t^\alpha H_t^\beta (A_t L_t)^{1-\alpha-\beta} \quad (1)$$

donde K_t es el stock de capital físico, H_t el stock de capital humano, L_t el stock de trabajo y A_t es el nivel de tecnología. Los coeficientes implican retornos decrecientes al capital físico, al capital humano, y al trabajo cuando son considerados de manera separada y retornos constantes a los tres insumos cuando se toman de manera conjunta. L_t y A_t se asumen creciendo exógenamente a las tasas n y g :

$$L_t = L(0) e^{nt} \quad (2)$$

$$A_t = A(0) e^{gt} \quad (3)$$

El número de unidades efectivas de trabajo, $A_t L_t$, crece a la tasa $n+g$.

El modelo asume que la misma función de producción se aplica al capital humano, al capital físico, y al consumo. En otras palabras, "una unidad de consumo puede ser transformada sin costo, bien sea en una unidad de capital físico o en una unidad de capital humano". Además, el modelo asume que una fracción constante del producto, s_k , es invertida en capital físico y una fracción constante del producto, s_h , es invertida en capital humano. Definiendo k_t y h_t como los stocks de capital físico y de capital humano por unidad efectiva de trabajo, $k_t = K_t/A_t L_t$ y $h_t = H_t/A_t L_t$, respectivamente, y y_t como el nivel de producto por unidad efectiva de trabajo, $y_t = Y_t/A_t L_t$, la evolución de k_t y h_t está determinada por

$$\dot{k}_t = s_k y_t - (n+g+\delta)k_t \quad (4)$$

$$\dot{h}_t = s_h y_t - (n+g+\delta)h_t \quad (5)$$

donde M-R-W asumen que el capital humano se deprecia al mismo ritmo que el capital físico. Las ecuaciones (4) y (5) implican que la economía converge a un valor de estado estacionario definido por:

$$k_t^* = \left[\frac{s_t^{1-\beta} s_h^\beta}{n+g+\delta} \right]^{1/(1-\alpha-\beta)} \quad (6)$$

$$h_t^* = \left[\frac{s_k^\alpha s_h^{1-\alpha}}{n+g+\delta} \right]^{1/(1-\alpha-\beta)} \quad (7)$$

Sustituyendo (6) y (7) en la función de producción y tomando logaritmos se obtiene la siguiente ecuación del ingreso per-cápita en el estado estacionario

$$\ln \left[\frac{Y_t}{L_t} \right] = \ln A(0) + gt - \frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta} \ln(n+g+\delta) + \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \ln s_k + \frac{\beta}{1-\alpha-\beta} \ln s_h \quad (8)$$

la cual dice que en el largo plazo el crecimiento del ingreso per-cápita depende del crecimiento poblacional y de la acumulación de capital físico y de capital humano.

Este marco teórico es extendido por M-R-W para estudiar la hipótesis de "convergencia condicional," esto es, que si un país comienza en algún nivel de producto per-cápita distinto de su valor estacionario, habrá convergencia hacia la senda de crecimiento estacionario para ese país. M-R-W muestran que el modelo de Solow aumentado para incluir el efecto del capital humano predice que la tasa de convergencia de cada país hacia su senda de crecimiento estacionario será igual a la tasa proporcional λ , donde

$$\lambda = (n+g+\delta) (1-\alpha-\beta) \quad (9)$$

La diferencia logarítmica entre el producto corriente por unidad efectiva de trabajo y el producto correspondiente a un período inicial dado es (para más detalles, véase M-R-W, op. cit. p.19 y 20)

$$\ln y_t - \ln y_0 = (1-e^{-\lambda t}) \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \ln s_k + (1-e^{-\lambda t}) \frac{\beta}{1-\alpha-\beta} \ln s_h - (1-e^{-\lambda t}) \frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta} \ln(n+g+\delta) - (1-e^{-\lambda t}) \ln y_0 \quad (10)$$

Esto es, el crecimiento del ingreso (producto) es una función del nivel de ingreso (producto) en el período inicial y de los determinantes del estado estacionario (por ejemplo, s_k). El coeficiente del ingreso en el período inicial (Y_0) puede ser usado para evaluar la hipótesis de convergencia: un coeficiente negativo significa que un país pobre -si lo demás permanece constante- tiende a crecer más rápido que un país rico.

M-R-W sostienen que la ecuación 10 tiene gran poder para explicar la experiencia de crecimiento económico de una muestra de 98 países durante el período 1960-1985. Ellos encuentran evidencia de "convergencia condicional" para la muestra total de países, al igual que para las economías de la OECD y para una sub-muestra que excluye países con problemas de datos especialmente severos o cuya población en 1960 era menor al millón de habitantes. M-R-W también afirman que la función de producción $Y_t = K^{1/3}H^{1/3}L^{1/3}$ es consistente con sus resultados empíricos. Ellos interpretan este resultado como una confirmación de la validez de su versión extendida del modelo de Solow y rechazan aquellos modelos que son construidos bajo el supuesto de que las externalidades provenientes de la acumulación de capital físico o humano crean retornos crecientes a escala (por ejemplo, Romer, 1986; Lucas, 1988).

2. Crítica

En lo que resta de este trabajo usaremos en varias ocasiones la ecuación (10). En este momento lo que nos preocupa es que los resultados econométricos derivados de la ecuación (10) pueden ser interpretados de una manera que es sustancialmente diferente a la visión defendida por M-R-W. Aún más, es perfectamente posible que los resultados de M-R-W conduzcan a conclusiones equivocadas. Nosotros vamos a ilustrar este punto por medio de la interpretación que Sergio Rebelo (1992) hace del trabajo de Azariadis y Drazen (1990) y por medio de una versión simpli-

ficada de un modelo de crecimiento económico desarrollado en otra parte por Uribe (1992).

Rebelo (op. cit. p. 12) considera un modelo con dos bienes de capital y se basa en otro presentado antes por Lucas (1988) y Uzawa (1965). Los dos bienes de capital son el capital físico y el capital humano, y el factor clave para determinar la tasa de crecimiento económico es el sector productor de nuevo capital humano. Se puede invertir en los dos sectores. La función de producción tiene la siguiente forma

$$Y_t = AK_t^\alpha (N_t H_t)^{1-\alpha} \quad 0 < \alpha < 1 \quad (11)$$

donde K_t es el stock de capital físico, H_t es el stock de capital humano, y N_t es la proporción de capital humano usado en la producción del bien final. Esta ecuación es una versión simplificada de la función de producción usada por Lucas (1988), quien le agregó un término, h^λ , para representar las externalidades que resultan de la acumulación de capital humano (por ejemplo, que la gente en cada nivel de capacitación es más productiva en ambientes de alto contenido de capital humano, y el capital humano promueve la productividad tanto del trabajo como del capital físico).

La condición de equilibrio y la ecuación que representa la acumulación del capital físico están dadas por:

$$Y_t = C_t + I_t \quad (12)$$

$$\sigma_N K_{t+1} = s_k Y_t + (1-\delta)K_t \quad (13)$$

donde δ es la tasa de depreciación y σ_N es la tasa (exógena) bruta de crecimiento de la población (esto es, $\sigma_N = N_{t+1}/N_t$).

La función de producción de capital humano tiene la siguiente forma especial:

$$\begin{aligned} H_{t+1} &= \theta(1-N_t) H_t + H_t & \text{si } H_t > H^* \\ H_{t+1} &= H_t & \text{si } H_t < H^* \end{aligned} \quad (14)$$

donde θ , la constante de proporcionalidad, es un parámetro que representa la productividad del estudio.

Esta tecnología quiere decir que el capital humano puede ser acumulado (esto es, se vuelve productivo) solo una vez que la acumulación de capital humano alcanza un cierto nivel H^* . La evolución de la economía dependerá de si su nivel de capital humano está por encima o por debajo de H^* . Cuando $H_t < H^*$, la economía es equivalente al modelo de crecimiento neoclásico sin progreso tecnológico exógeno. En este caso no puede existir crecimiento económico en el largo plazo y “un estado estacionario es alcanzado cuando $\alpha AK^{\alpha-1} H^{1-\alpha} + (1 - \delta) = \sigma^{1-n}/\beta$, esto es, cuando la tasa de interés real es tal que los agentes escogen un nivel constante de consumo per-cápita” (Rebello, op. cit. p. 19).

Si $H_t > H^*$, la economía es idéntica a la considerada por Robert Lucas (1988): existirán retornos constantes a escala en la producción de capital humano, así que su producto marginal (el cual determina el incentivo para que las personas dediquen parte de su tiempo a la acumulación de capital humano -v.gr. a estudiar-) es constante. En este caso, la economía, impulsada por el deseo de acumular capital humano, convergerá a un estado estacionario donde se crece a una tasa constante. Como lo escribe Rebello:

La tecnología del capital humano descrita en [3.14] es un ejemplo extremo ya que implica que las economías con capital humano por debajo de $[H^]$ no pueden acumular capital. Pero captura la idea central explorada por Azariadis y Drazen (1990) de que las economías en las cuales el capital humano es bajo son menos eficientes en la acumulación de capital humano. Esto genera una trampa de la pobreza en la cual la tasa de interés en el estado estacionario es baja y así también lo es la tasa de crecimiento. (Rebello, op. cit., p. 19)*

En el contexto de este trabajo, el punto crucial que queremos enfatizar es que la existencia de equilibrios múltiples puede poner en entredicho el hallazgo de convergencia global presentado por M-R-W. Para ver porqué, supongamos que la economía mundial puede ser dividida en dos grandes grupos de países, uno en el cual el nivel de capital humano por trabajador está por encima del nivel requerido para permitir el uso de tecnologías avanzadas, y otro grupo de países en el cual este nivel mínimo no se ha obtenido. Además, supongamos que todos estos países están bien descritos por el modelo de crecimiento de M-R-W: esto es, su tecnología de producción presenta retornos constantes a los tres factores de producción (capital humano, capital físico, y trabajo) cuando son considerados conjuntamente. De acuerdo con el trabajo de M-R-W, nosotros deberíamos esperar que estos países, condicional a las tasas de ahorro y de crecimiento poblacional, converjan a través del tiempo al mismo nivel de ingreso per-cápita de equilibrio. Pero de acuerdo con el modelo de Azariadis y Drazen, esta conclusión es válida solo para los países que conforman un grupo relativamente homogéneo: aquellos con un nivel alto de capital humano por trabajador convergerán a un punto de equilibrio único de “altos” (niveles y tasas de crecimiento de los) ingresos, y aquellos con un nivel bajo de capital humano por trabajador convergerán a un punto de equilibrio único de “bajos” ingresos. En este caso, las diferencias en las tasas nacionales de crecimiento económico son compatibles con la idea de que los dos grupos de países obedecen a diferentes funciones de producción agregada.

El mismo problema resulta en el contexto de un modelo de crecimiento presentado en otra parte por Uribe (1992). En ese trabajo decíamos que puede existir una región de valores del capital por trabajador en la cual la función de producción no es cóncava, lo cual puede conducir a diferentes estados estacionarios de acuerdo con las condiciones iniciales del país. Decíamos que esto podría ocurrir si retornos a escala crecientes desde el

punto de vista social existen en la economía debido a las externalidades que surgen de la aglomeración de la actividad económica⁷ y de las inversiones en infraestructura física. Para formalizar esta alternativa en el contexto del modelo de M-R-W, consideremos la siguiente función de producción agregada:

$$Y_t = c\xi \left(\frac{K_t}{L_t}\right) K_t^\alpha (A_t L_t)^{1-\alpha} \quad (15)$$

donde K_t es un compuesto del capital físico privado y público (el cual incluye infraestructura física) y L_t es trabajo. Además, $\xi(\cdot)$ es una función continua, no decreciente, tal que

$$\xi\left(\frac{K_t}{L_t}\right) = \begin{cases} \xi, & \text{si } \frac{K_t}{L_t} < \left(\frac{K_t}{L_t}\right) \\ \bar{\xi}, & \text{si } \left(\frac{K_t}{L_t}\right) < \left(\frac{K_t}{L_t}\right) \end{cases} \quad (16)$$

donde $\bar{\xi} < \xi$. En este modelo, si escogemos de manera apropiada el valor de $\xi(\cdot)$, obtendremos dos equilibrios localmente estables. Desde el punto de vista de las regresiones de corte transversal, sólo aquellos datos generados por economías asociadas con un equilibrio en particular obedecerán a la ecuación (10). De nuevo, una ecuación de regresión al mezclar economías que corresponden a dos equilibrios distintos estará incorrectamente especificada.

B. Los datos

Pasemos ahora a evaluar la hipótesis de que los países en diferentes niveles de desarrollo econó-

mico tienen funciones de producción agregada muy diferentes. Para ello dividiremos en varios subgrupos la muestra total de países, al usar como criterio básico el nivel de desarrollo económico de cada país en el período inicial (1960), y luego estimaremos el modelo de M-R-W para cada grupo. Si encontramos: (a) que el análisis de regresión aplicado a los diferentes grupos de países mejora los resultados estadísticos de manera significativa; y (b), que los coeficientes estimados difieren mucho de muestra a muestra, concluiremos que la evidencia estadística favorece la idea de que países en diferentes niveles de desarrollo económico obedecen a diferentes funciones de producción y sus tasas de crecimiento tienden a converger a diferentes valores de equilibrio.

1. Grupos de países

Determinar grupos de países con funciones de producción relativamente homogéneas no es una tarea fácil. El procedimiento que seguimos en este trabajo comprendió dos etapas: en la primera dividimos en cuatro grupos del mismo tamaño la muestra total de países de acuerdo con el nivel de ingreso per-cápita en el período inicial (1960)⁸. Con estos datos estimamos el modelo de M-R-W y nos formamos una primera idea sobre los diversos factores que afectan el crecimiento de acuerdo con el nivel de ingreso de cada país. En la segunda etapa usamos un concepto de nivel de desarrollo económico más amplio que el sugerido por el nivel de ingreso per-cápita y reclassificamos algunos países con el fin de obtener una mayor homogeneidad en los factores que influyen su crecimiento. En particular, usamos información sobre el nivel de escolaridad de la población y la proporción de la población que vive en zonas urbanas, al igual que aislamos en

⁷ Estas incluyen, por ejemplo, las complementariedades locales existentes como producto de los flujos de información tecnológica y de mercado, la existencia de un mercado local de trabajadores y la provisión de bienes y servicios intermedios, lo cual genera beneficios sin costo alguno para las firmas, los trabajadores, y los consumidores. Para un análisis detallado de esto, véase Uribe (1992), capítulo 2.

⁸ Los datos para esta clasificación son tomados del trabajo de Summers y Heston (1988). Debido a que estos autores ajustan los datos de cada país a cambios en precios relativos, la clasificación basada en esta información varía de manera apreciable con respecto a la que obtendríamos si usáramos otras fuentes de información.

un solo grupo de países aquellas naciones que no parecen haber tenido crecimiento económico de largo plazo.

Sin entrar en detalles, puede ser de interés para el lector conocer algunos resultados que encontramos en la primera etapa del proceso de clasificación de los países. Tal vez el hecho más notable, es que la evidencia de convergencia condicional tiende a ser más fuerte dentro de cada uno de los grupos de países, que para la economía mundial como un todo, mientras que el efecto de las otras variables es en su mayoría más débil dentro de los 4 subgrupos, que en la muestra total de 99 países. Esto sugiere que una medida de cercanía económica, medida por el ingreso per-cápita, es útil para definir grupos de países entre los cuales el fenómeno de convergencia se cumple. Dentro de cada grupo, parece ser que existe una baja (o nula) elasticidad del producto a cambios en el nivel de escolaridad de la población y un modesto impacto sobre el crecimiento económico de las diferencias en las tasas de inversión (con excepción del grupo de países con ingresos medio-alto). Esto podría interpretarse diciendo que la educación y las tasas de inversión tienen más importancia en explicar diferencias en crecimiento entre países con diferentes niveles de ingreso per-cápita que diferencias de crecimiento entre países con niveles similares de ingreso per-cápita. Resultados muy similares se encuentran cuando el nivel promedio de ingreso per-cápita para el período 1960-1985 se usa como criterio para dividir los países. La única diferencia importante que encontramos cuando se usa este criterio en lugar del nivel de ingreso per-cápita en el período inicial es que la elasticidad del producto a cambios en la tasa de inversión pasa a ser mucho mayor (más del doble) en el grupo de países de ingreso per-cápita alto que en el grupo de países de ingreso per-cápita medio-alto. Puesto que las diferencias en la clasificación de los países de acuerdo con los dos criterios se presentan por los países del sudeste asiático y del "Cono Sur latinoamericano", es posible concluir que esos países tienen un efecto de gran importancia sobre la

magnitud de la elasticidad del producto a cambios en la tasa de inversión (los países del sudeste asiático incrementan la elasticidad y los países del "Cono Sur latinoamericano" la bajan).

A pesar de que la clasificación de los países según el nivel de ingreso per-cápita incrementa de manera significativa el poder explicativo del modelo de M-R-W (v.gr., cuando se usa el nivel promedio de ingreso per-cápita como criterio para clasificar los países, el R^2 de las ecuaciones de regresión que usan información de los países de ingreso per-cápita alto y medio-alto supera 0.67 mientras que el R^2 del modelo original de M-R-W es de 0.47), es evidente que este criterio no es suficiente para agrupar países con cierto nivel de homogeneidad en los factores que influyen en su crecimiento económico. Por ejemplo, si el único criterio para clasificar los países fuera el nivel de ingreso per-cápita en el período inicial, países como Venezuela, Argentina, Chile, Uruguay, Trinidad y Tobago e Israel harían parte del primer cuartil de países, mientras que países como Japón, España e Irlanda serían parte del segundo cuartil. Sin embargo, es un hecho que se obtienen grupos más homogéneos de países si clasificamos en un mismo grupo a Japón, España e Irlanda con Estados Unidos, Canadá y los países europeos más ricos, y en otro grupo a Venezuela, Chile, Uruguay, y Trinidad y Tobago con los países de ingreso medio de América Latina y con los países de mayores ingresos de Asia y África. En el caso de Argentina e Israel decidimos clasificar al primero en el grupo de países de mayor nivel de desarrollo económico y al segundo en el grupo de países de desarrollo económico medio-alto, no sin antes ensayar si los resultados obtenidos eran robustos a cambios en la clasificación de estos dos países. Clasificar a Israel en uno u otro grupo no afecta los resultados, mientras la clasificación de Argentina tiende a bajar un poco la elasticidad del producto a cambios en la inversión.

La clasificación de los países según el nivel de ingreso per-cápita en el período inicial también

parece generar gran heterogeneidad en los grupos de países de menores ingresos. Según este criterio, Filipinas y Jordania deberían ser parte del grupo de ingreso medio-bajo, pero el nivel de escolaridad de sus poblaciones está muy por encima del promedio del grupo de ingresos medio-alto; decidimos entonces clasificarlos en este último grupo. Por otra parte, algunos países pareciera que nunca han tenido crecimiento económico. Como se afirma en una publicación reciente del Banco Mundial (véase Easterly et al. 1991), según los datos de Summers y Heston (1988) existen 8 países por debajo de la línea de pobreza extrema (Zaire, Chad, Etiopía, Somalia, Malawi, Tanzania, Ghana y Rwanda) y 14 países por debajo de la línea alta de pobreza. Si se asume que la línea alta de pobreza se aproxima al rango de ingreso mínimo de subsistencia, esto significaría que el ingreso de estos países hoy no es muy diferente de lo que fue muchos años atrás (Easterly et al. p. 6); esto es, que el crecimiento económico no ha comenzado aún en ellos. Decidimos entonces clasificar estos países en un solo grupo, excluyendo sólo aquellos que parecen haber tenido un crecimiento económico en las últimas décadas. Para esto último usamos un trabajo de William Easterly (1990) en el cual se presentan pruebas de significancia para las tasas de crecimiento per cápita de los países en desarrollo. De esta manera obtuvimos grupos de países con cierta homogeneidad en su nivel de desarrollo económico. La clasificación final de los países se encuentra al final del trabajo, en un anexo.

2. Resultados de convergencia

Después de decidir la clasificación final de los países, pasemos a la estimación econométrica del modelo. Inicialmente, estimamos la ecuación 10 usando información de la totalidad de la muestra de países y de dos subgrupos de países conformados por los grupos 1+2 y 2+3, respectivamente; luego repetiremos el mismo procedimiento para los 4 grupos de países separadamente.

El Cuadro 1 presenta los resultados de la regresión original de M-R-W para 99 países junto con los estimativos de la misma regresión aplicada a los 49 países de mayor nivel de desarrollo económico (grupos 3+4) y otra aplicada a los 50 países más atrasados (grupos 1+2). Las tres ecuaciones muestran una cierta tendencia a la convergencia condicional, pero varios de los coeficientes de las dos sub-muestras son sustancialmente diferentes, no solo entre sí, sino también con respecto a los coeficientes de la regresión original de M-R-W. Los coeficientes correspondientes al nivel de ingreso inicial, $\ln(\text{PIB}_{60})$, revelan una tasa de convergencia más rápida para las economías con mayor desarrollo económico que la sugerida por el modelo de M-R-W para la totalidad de la muestra. Además, el coeficiente correspondiente a la variable de inversión física/producto ($\ln(I/\text{PIB})$) para la mitad de países con el más alto nivel de desarrollo económico es más del doble que el correspondiente a la muestra de países menos desarrollados y 50% más alto que el que ofrece la regresión que incluye información del total de la muestra. De la misma manera, en la regresión restringida, la participación del capital físico en el producto interno bruto es mucho mayor en el grupo de las economías más desarrolladas (0.960) que en el grupo de las economías más atrasadas (0.383) y cerca de 40% mayor que la participación en el total de la muestra. En contraste, en el grupo de países de menor nivel de desarrollo económico el coeficiente que mide el efecto de la inversión en capital humano no es significativamente diferente de cero y en el total de la muestra es mayor a 0.2 y significativo al 1%. Estos resultados sugieren que las funciones de producción agregada cambian de forma en algún nivel medio de desarrollo económico, y que la acumulación de capital físico se convierte en un factor de producción particularmente importante en las economías de más altos ingresos.

En el Cuadro 2 estimamos el mismo modelo usando información de cada uno de los 4 grupos de países. El primer resultado que merece ser mencionado es que, con la excepción del grupo 2, la tendencia a

Cuadro 1. MODELO NEOCLASICO DE CRECIMIENTO. PRUEBA DE CONVERGENCIA CONDICIONAL.

Variable dependiente: Log de la diferencia del PIB por población en la edad de trabajar 1960-85¹

Muestra	Total	Superior	Inferior
Número de Observaciones	99	49	50
Regresión no restringida			
Constante	1.8438	1.459	1.417
Ln(PIB60)	-0.287 (-4.653)	-0.367 (-4.469)	-0.303 (-2.195)
Ln(I/PIB)	0.517 (5.960)	0.815 (5.033)	0.380 (3.338)
Ln(n+g+ δ^2)	-0.486 (-1.680)	-0.232 (-0.687)	-0.060 (-0.086)
Ln(Educ.)	0.234 (3.926)	0.077 (0.537)	0.214 (2.697)
R ²	0.479	0.49	0.380
Suma del cuadrado de los errores	0.328	0.293	0.356
Regresión Restringida			
Constante	2.466	3.183	2.287
Ln(PIB60)	-0.297 (-4.90)	-0.404 (-5.07)	-0.274 (-2.069)
Ln(I/PIB)- Ln(n+g+ δ)	0.493 (6.001)	0.690 (4.920)	0.383 (3.383)
Ln(Educ.)- Ln(n+g+ δ)	0.238 (4.018)	-0.001 (-0.01)	0.213 (2.690)

¹ PIB = (PIB/AD)_{i,t} = PIB real por población adulta (población entre los 15 y 64 años), del país i en el momento t (medido en dólares reales de 1980); (I/PIB)_{i,t} = promedio porcentual de la participación de la inversión en el PIB en el período 1960-1985, para el país i en el momento t; Educ-i = promedio porcentual de la población en edad de trabajar con educación secundaria durante el período 1960-1985, para el país i; n_i = crecimiento promedio de la población en edad de trabajar durante el período 1960-1985, para el país i

² Al igual que M-R-W, asumimos que $g = 0.02$ y $\delta = 0.02$, valores que imponemos en las regresiones.

la convergencia condicional es mayor en cada una de los 4 grupos que la que se encuentre para el total

de la muestra o para su partición entre países de mayor y menor nivel de desarrollo económico.

Cuadro 2. MODELO NEOCLASICO DE CRECIMIENTO. PRUEBA DE CONVERGENCIA CONDICIONAL.

Variable dependiente: Log de la diferencia del PIB por población en la edad de trabajar 1960-85

Muestra	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Número de Observaciones	15	35	29	20
Regresión no restringida				
Constante	3.649	0.431	1.684	4.73
Ln(PIB60)	-0.580 (-1.906)	-0.111 (-0.546)	-0.460 (-3.813)	-0.432 (-3.38)
Ln(I/PIB)	0.290 (2.223)	0.324 (2.045)	0.867 (4.066)	0.302 (1.327)
Ln(n+g+ δ)	-0.160 (0.200)	-0.299 (-0.330)	6.0907 (0.169)	-1.219 (2.410)
Ln(Educ.)	0.009 (0.116)	0.441 (3.995)	-0.092 (-0.479)	0.427 (2.488)
R ²	0.52	0.54	0.595	0.622
Suma del cuadrado de los errores	0.241	0.340	0.322	0.185
Regresión Restringida				
Constante	3.958	1.10	3.669	3.893
Ln(I/PIB)- Ln(n+g+ δ)	0.283 (2.400)	0.344 (2.265)	0.738 (3.798)	0.376 (1.766)
Ln(Educ.)- Ln(n+g+ δ)	0.009 (0.122)	0.435 (4.009)	-0.162 (-0.0863)	0.441 (2.591)
Ln(PIB60)	-0.585 (-2.023)	-0.076 (-0.401)	-0.474 (-3.861)	-0.448 (-3.555)
R ²	0.528	0.53	0.563	0.600
Suma del cuadrado de los errores	0.231	0.343	0.328	0.184

Además, los coeficientes correspondientes a la inversión en capital físico (Ln(I/PIB)), son muy diferentes entre sí; el efecto de la inversión en capital

físico sobre el crecimiento económico en el grupo conformado por las economías de medianos-altos ingresos (grupo 3) es más del doble que el efecto

que tiene en los otros grupos de países. En contraste, para los grupos 1 a 4 los coeficientes estimados para la variable educación ($\ln(\text{educ.})$) sugieren que la acumulación de capital humano no alcanza a tener un efecto marginal significativo sobre el crecimiento económico en el grupo de países más pobres y atrasados (grupo 1) y en el grupo de países de ingreso medio-alto (grupo 3), mientras la variable es altamente significativa en el grupo de países más ricos y desarrollados (grupo 4) y en el grupo de países de ingreso medio-bajo (grupo 2). Resultados muy similares habíamos encontrado antes cuando dividimos la muestra total de países en 4 grupos de aproximadamente el mismo tamaño según el nivel de ingreso per-cápita en el período inicial.

Los resultados de la regresión restringida, presentados en la parte inferior del Cuadro 2, refuerzan la evidencia anterior sobre la existencia de cierta heterogeneidad entre las funciones de producción agregada de los países. El coeficiente correspondiente a la participación del capital físico en el producto para el grupo de países de ingreso medio-alto es 0.738, casi dos veces el tamaño del coeficiente estimado en las otras sub-muestras. Por su parte, la participación del capital humano no es significativamente diferente de 0 en los grupos 1 a 3 y es aproximadamente igual y significativa para los grupos 2 y 4. El segundo grupo es el único donde las participaciones del capital humano y físico son significativamente diferentes de 0. Estas estimaciones son perfectamente consistentes con la idea de que las funciones de producción agregada cambian de forma de acuerdo con el nivel de desarrollo económico.⁹

III. INFRAESTRUCTURA FÍSICA, EDUCACION, Y LOS “CLUBS DE CONVERGENCIA”

En la sección anterior presentamos evidencia estadística mostrando que, para los grupos de países

⁹ Debemos aclarar, sin embargo, que la evidencia empírica más fuerte en favor de esta idea se presenta en la sección siguiente cuando incluimos el efecto de la infraestructura física.

con condiciones iniciales similares, los niveles de productividad y de ingreso per-cápita parecen estar convergiendo entre sí; esto es, la productividad general y los niveles de vida de los países que conforman cada grupo tienden a cierto nivel de homogeneidad. Ya que los niveles de productividad y el nivel de vida de los países clasificados en los grupos 1, 2 y 3 son muy bajos, los resultados presentados arriba parecen sugerir la conclusión de que un grupo grande de países está atrapado de manera permanente en algún tipo de “trampa de la pobreza” o en un equilibrio con bajo nivel de ingreso per-cápita. En esta sección esperamos identificar algunas de las principales razones por las cuales la mayoría de los países en desarrollo no son capaces de seguir hacia más altas etapas de desarrollo económico. Las variables sobre las cuales centraremos nuestra atención son la educación y la infraestructura física.

Como podrá verse a continuación, la evidencia estadística es consistente con la hipótesis avanzada por el autor en otra parte (Uribe, 1992) de que (a) la cantidad y la calidad de la educación ofrecida por una economía a su población son la influencia principal que determina si el ingreso per-cápita de las naciones más pobres (llámense, grupos 1 y 2) pueden comenzar a crecer rápidamente, y (b) que la cantidad y la calidad de la infraestructura física en una economía es la influencia principal que determina si el ingreso per-cápita en las naciones que conforman el grupo 3 es capaz de crecer lo suficientemente rápido como para poder cerrar la brecha con el ingreso per-cápita de las economías más prósperas. Estos resultados son, sin duda, muy importantes para la formulación de la política económica porque sugieren que un gobierno puede hacer mucho para mejorar el desempeño económico de la nación si crea un ambiente económico en el cual pueda incrementar los recursos que destina a la educación y a la inversión en infraestructura física. La moraleja, como veremos luego, se aplica no solo a los países en desarrollo sino también a las economías altamente industrializadas.

A. Algunas lecciones derivadas de los países desarrollados

Existe una gran cantidad de trabajos empíricos y teóricos sobre la relación entre la acumulación del capital humano y el crecimiento de la productividad. Parte de esta literatura ha sido revisada en otras partes por este autor (Uribe, 1992) y otros (v.gr. Baumol et al., 1991), y no tiene mucha razón de ser repetir aquí las ideas centrales de esta literatura. En contraste, existen muy pocos trabajos empíricos y teóricos que estudian la relación entre la inversión en infraestructura física y el crecimiento económico de largo plazo. Hasta donde este autor conoce, fue sólo después del trabajo pionero de David Aschauer (1989a, 1989b) que un grupo pequeño, pero creciente, de economistas comenzó a señalar que la profesión económica había olvidado de manera injustificada el papel crucial que desempeña en el proceso de crecimiento económico las inversiones en infraestructura física. Aunque el interés de Aschauer y sus seguidores es un poco más restringido que el nuestro, centrándose en el papel que juegan las inversiones públicas en la caída de la productividad de los países desarrollados, sus resultados son muy ilustrativos y pueden ayudar a poner en contexto y ser un complemento de los resultados y conclusiones que presentaremos en la siguiente sección. Por esta razón, deseamos revisar aquí, aunque sea de manera muy breve, algunos de los principales resultados encontrados por estos investigadores en este interesante proyecto de investigación.

Aschauer (1989a, 1989b, 1990) discute la importancia macroeconómica de las inversiones en infraestructura física por medio de un marco teórico propuesto por Arrow y Kurz en los comienzos de los años 70. En particular, estos autores expandieron la función de producción neoclásica, expresada en forma intensiva, para mostrar que el producto real del sector privado es una función tanto del capital privado como del capital público. En este marco, es posible derivar dos proposiciones bási-

cas: la primera es que un incremento en el stock de capital público puede incrementar de manera directa el nivel de producción de bienes y servicios del sector privado. En otras palabras, el capital público o social bien puede ser un factor de producción más en la tecnología de producción agregada. La segunda proposición es que el capital público y los factores de producción privado son insumos complementarios, tanto que un incremento en el stock de capital público puede incrementar la productividad marginal de los factores de producción privados, y de ahí incrementar la demanda por trabajo y por bienes de capital. De acuerdo con esto, la hipótesis básica desarrollada y evaluada empíricamente por Aschauer es que la decisión y la habilidad de una economía para crear y actualizar su infraestructura física bien puede explicar la tendencia de largo plazo en la productividad del sector privado.

La idea de que el capital público es otro factor de producción en la función de producción agregada, la evidencia empírica que presenta Aschauer en su trabajo de 1989a es bastante ilustrativa. En particular, las estimaciones de Aschauer para los Estados Unidos en el período de la posguerra indican que un núcleo básico de infraestructura física compuesto de carreteras, aeropuertos, puertos marítimos, sistemas de transporte masivo y servicios de electricidad y agua tienen una relación positiva significativa con la productividad del trabajo y con la productividad multifactorial. Esta relación es evidente cuando se observa el dato presentado en la primera fila del Cuadro 3, el cual ofrece la base para que Aschauer sugiera que un incremento del 1% en el stock de capital público puede incrementar la productividad de la economía de los Estados Unidos en un 0.24 del por ciento. Poco tiempo después, Munnell (1990) ajustó la medida del insumo "trabajo" calculada por el departamento de estadísticas laborales de los Estados Unidos (el U. S. Bureau of Labor Statistics) para incluir los cambios en la composición de sexo y de edad de la fuerza laboral, y actualizó la muestra para incluir datos hasta 1987. Dicha muestra encuentra también una fuerte

Cuadro 3. ESTADOS UNIDOS: CAPITAL PUBLICO POR TIPO Y PRODUCTIVIDAD 1949-1985

Tipo	Coefficiente Estimado	t-estadist.	Porcentaje	F del total
Núcleo de Infras.	0.24	(5.07)	55 %	0.16
Otros edificios	0.04	(1.57)	7	0.01
Hospitales	0.06	(1.62)	3	0.33
Conservación y desarrollo	0.02	(0.92)	4	0.01
Edificios educativos	0.01	(-0.18)	16	0.99

Fuente: Aschauer, David A. "Is public expenditure productive"? *Journal of Monetary Economics*. Vol.23, 1989a. p.191.

relación entre el capital público y la productividad del capital privado. Aún más, Munnell presenta fuerte evidencia empírica en favor de la idea de que "gran parte de la caída en los números de productividad factorial puede reflejar la omisión del capital público de los cálculos de los insumos en lugar de un caída en la innovación tecnológica" (Munnell, 1990, p.19).

En otro de sus trabajos, Aschauer (1989c) emplea datos históricos de las siete principales economías de mercado del mundo (Estados Unidos, Japón, Alemania, Italia, Francia, Gran Bretaña, y Canadá) para el período 1965-1985 y estudia la relación entre la inversión pública y el crecimiento del producto privado y entre la inversión pública y la inversión privada. Algunos de los principales resultados encontrados por Aschauer son presentados en el Cuadro 4. El dato en la primera columna sugiere que un incremento del 1% en la participación de la inversión pública en el PIB es asociado con un incremento de 0.73% en la tasa de crecimiento del PIB por persona empleada. Además, el coeficiente estimado para medir el impacto de la

inversión pública sobre el crecimiento del producto continúa siendo grande (0.44) y estadísticamente significativo después de controlar por el efecto de la inversión privada y del crecimiento del empleo (véase columna 2). Finalmente, las columnas 3 y 4 contienen las estimaciones de la forma reducida de la relación entre la inversión privada, la inversión pública y el consumo del sector público. Los resultados son los esperados: existe una asociación marginal positiva y significativa entre la inversión pública y la inversión privada y una asociación marginal negativa y significativa entre la inversión privada y el consumo del sector público (incluyendo el gasto militar).

Aschauer también ha estudiado empíricamente la segunda implicación de incluir el stock de capital público en los argumentos de la función de producción agregada: qué cambios en el stock de capital público pueden influenciar la productividad marginal de los factores de producción privado. Como es de esperar, dos fuerzas opuestas pueden trabajar en este proceso. Por una parte, el capital público puede incrementar la productivi-

Cuadro 4. INVERSION PUBLICA. INVERSION PRIVADA Y CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL GRUPO DE LOS SIETE. Variable dependiente: En ecuaciones 1 y 2: Crecimiento en el PIB real por persona empleada; en ecuaciones 3 y 4: capital privado relativo al PIB

	1	2	3	4
Constante	0.68 (0.41)	-0.21 (0.41)	5.04 (0.46)	17.46 (1.34)
Gir.	0.73 (0.14)	0.44 (0.13)	2.50 (0.16)	1.4 (0.17)
Ir.		0.22 (0.06)		
Ge.		-0.35 (0.08)		
Rcc.		1.61 (0.15)		
Gc.				-0.59 (0.06)
R ²	0.17	0.58	0.65	0.79
s.e.r.	2.21	1.57	2.58	1.98
Número de Observaciones	129	129	129	129

Gir = inversión pública fija menos consumo de capital fijo expresado relativo al PIB. La variable está rezagada un año; Ir = inversión privada fija menos consumo de capital fijo expresado relativo al PIB; Ge = crecimiento en el empleo total; Rcc = tasa de cambio de la utilización del capital; Gc = consumo final del gobierno relativo al PIB.

Fuente: Aschauer, David A., "Public investment and productivity growth in the Group of Seven," *Economic Perspectives*, Vol.13, No.5, 1989c, pp.21, 23.

dad del capital privado, aumentando así su tasa de retorno y promoviendo más inversión del sector privado. Este es el canal estudiado por Aschauer en su trabajo realizado en 1988. En particular, Aschauer presentó un análisis de series de tiempo sugiriendo que la tasa de retorno del capital en el sector productivo no financiero de los Estados Unidos está positivamente afectada por los cambios en el stock de capital público por trabajador. Poco tiempo después, Deno (1988) encontró resultados similares al usar una función de ganancia translogarítmica que usa datos de las firmas manu-

factureras de los Estados Unidos para el período 1970-1978.

Por otra parte, el capital público puede servir como sustituto del capital privado -por ejemplo, un incremento de la inversión pública puede reducir la inversión privada en la medida en que su financiamiento presione hacia arriba las tasas de interés del mercado-; si esto ocurre, más capital público puede resultar en una menor inversión del sector privado. Aschauer (1989b) compara este efecto de "crowding out" de la inversión privada

con el efecto de “crowding in” descrito en el párrafo anterior. Encontró evidencia empírica sugiriendo que los dos tipos de efectos de la inversión pública sobre la inversión privada operan en la economía de los Estados Unidos. Específicamente, Aschauer presenta resultados que indican (a) la existencia de un “crowding out” de cerca de uno-a-uno cuando se mantiene fijo la tasa de retorno del capital privado y (b) un efecto de “crowding in” aun mayor debido a que la tasa de retorno del capital privado responde, a través del tiempo, a los incrementos en el stock de capital público (por ejemplo, como resultado de mayores inversiones en infraestructura física). Como resultado de lo anterior, el efecto neto en el largo plazo de un aumento en la inversión pública es incrementar la inversión privada.

En general, la evidencia empírica presentada por Aschauer da bases para pensar que el stock de capital público es un insumo de vital importancia en la tecnología de producción agregada. Sin duda, se le pueden hacer varias críticas al enfoque ofrecido por Aschauer. El mismo reconoce, por ejemplo, que los cambios en la inversión pública pueden ser endógenos, que un modelo basado en la función de producción es muy simple e ignora aspectos fundamentales de la interacción entre la inversión pública y la economía, y que existen varios problemas de calidad en la información que ha usado. Sin embargo, es muy dicente encontrar que cuando otros investigadores han evaluado las ideas de Aschauer usando diferentes instrumentos analíticos y fuentes de datos, las conclusiones a que han llegado son básicamente las mismas defendidas por él (véase, por ejemplo, Munnell, 1991; Aaron, 1991; Garcia-Mila y McGuire, 1987).

En el contexto de nuestra investigación, la importancia del trabajo de Aschauer es doble. En primer lugar, presenta evidencia empírica en favor de la idea de que una función de producción agregada que esté correctamente especificada debe incluir no solo el stock de capital privado sino también el stock de capital público que contribuye a la pro-

ducción que hace parte del PIB. Además, esta evidencia empírica ha sido reunida por medio de una gran variedad de técnicas econométricas y de fuente de datos; en efecto, Aschauer y sus seguidores han usado tanto análisis de series de tiempo y de ecuaciones de corte transversal como datos departamentales (estatales) y nacionales para la economía de los Estados Unidos y de otros países desarrollados. Puede ser perfectamente correcto, entonces, que las conclusiones que vamos a derivar a continuación, basadas sólo en ecuaciones de corte transversal para una gran cantidad de países, algunos de ellos con fuertes limitaciones de fuentes de datos y con errores de medida, puedan pasar exámenes posteriores. En segundo lugar, sugiere que en algunos países subdesarrollados el efecto de las inversiones públicas en infraestructura física pueden tener un efecto de gran magnitud en el crecimiento económico de largo plazo; un impacto que a primera vista puede parecer muy grande para ser creíble. Como hemos sostenido en otra parte (Uribe, 1992), las inversiones en infraestructura vienen en redes de inversiones que interactúan, y cuando se termina una red donde no existía ninguna antes es de esperarse que tenga un retorno económico más grande que el esperado cuando se está adicionando a una red existente. En este sentido, esperamos encontrar que el efecto en el crecimiento de las inversiones en infraestructura física en los países (o regiones) en desarrollo sea más grande que el hallado en los países desarrollados, predicción que es de interés y que seremos capaces de evaluar dentro de poco empíricamente.

B. Análisis estadístico de corte transversal

Después de examinar la experiencia de los países desarrollados, y al encontrar que las inversiones públicas en infraestructura física pueden jugar un papel central en el proceso de crecimiento económico, es el momento para volver de nuevo a nuestra investigación empírica sobre los determinantes del crecimiento usando ecuaciones de regresión de corte transversal del tipo discutido anteriormente. Debido a que en los trabajos recientes

sobre crecimiento económico se ha ignorado casi por completo el papel crucial que pueden tener las inversiones en infraestructura física en ese proceso, y debido a que los resultados presentados abajo pueden parecer “muy buenos para ser verdad”, en lo que sigue procederemos muy cautelosamente y tomaremos el riesgo de irritar al lector con muchas estimaciones y datos.

1. Modelos preliminares de regresión

Para ser breves, para cada una de las siete muestras de países, tres regresiones preliminares fueron estimadas. La primera es la ecuación básica de convergencia

$$\ln(\text{PIB}_{85}) - \ln(\text{PIB}_{60}) = \alpha + \beta_1 \ln(\text{PIB}_{60}) + \varepsilon \quad (a)$$

y los resultados serán presentados en el Cuadro 5. En la segunda y en la tercera ecuación de regresión, la fracción de la población en edad de trabajar que ha estado matriculada en la educación secundaria (Educ.) y una “proxy” para capturar el

efecto de la infraestructura física (Infras.) son incluidas, de manera separada, como variables independientes

$$\ln(\text{PIB}_{85}) - \ln(\text{PIB}_{60}) = \alpha + \beta_1 \ln(\text{PIB}_{60}) + \beta_2 \ln(\text{Educ.}) + \varepsilon \quad (b)$$

$$\ln(\text{PIB}_{85}) - \ln(\text{PIB}_{60}) = \alpha + \beta_1 \ln(\text{PIB}_{60}) + \beta_3 \ln(\text{Infras.}) + \varepsilon \quad (c)$$

donde “Infras.” es el promedio ponderado (con los pesos entre paréntesis) de la capacidad generadora de electricidad per-cápita en los años 1965 (0.2), 1970 (0.2), 1975 (0.3), 1980 (0.2) y 1984 (0.1). Estos datos son tomados de las Naciones Unidas (ver Verspagen, 1991) y los resultados de las ecuaciones de regresión son presentados en los Cuadros 6 y 7, respectivamente.

2. Los resultados de las regresiones preliminares

Como decíamos anteriormente, el Cuadro 5 muestra los resultados de la regresión (a), en la cual la única variable independiente es el logaritmo del

Cuadro 5. PRUEBA SIMPLE DE CONVERGENCIA GLOBAL Y LOCAL

Muestra	Constante	LPIB60	R ²	Suma del cuadrado de los errores
Total	-0.265	0.0943 (1.905)	0.036	0.439
Superior	2.410	-0.215 (-2.484)	0.116	0.377
Inferior	0.498	-0.030 (-0.227)	0.001	0.434
Grupo 1	4.555	-0.670 (-2.247)	0.279	0.262
Grupo 2	-0.153	0.0614 0.236	0.001	0.486
Grupo 3	4.680	-0.513 (-3.484)	0.310	0.396
Grupo 4	4.635	-0.449 (-2.967)	0.328	0.225

nivel del ingreso per-cápita en el período inicial (1960). En cuatro de las siete muestras de países el coeficiente correspondiente al nivel inicial de productividad es significativo y en tres de ellos el coeficiente de determinación (el R^2) está por encima de 0.3. Inicialmente, cuando uno incluye la totalidad de los países desarrollados y subdesarrollados de la muestra (99), no se encuentra una relación clara entre el nivel de productividad inicial y el ritmo de crecimiento del ingreso per-cápita. Sin embargo, un patrón relativamente claro surge cuando uno divide la muestra total de países y reestima la ecuación (a). Por una parte, cuando uno considera los 49 países con más alto nivel de desarrollo (ver fila 2), el coeficiente del nivel inicial de productividad es significativo desde el punto de vista estadístico. Además, el coeficiente de determinación se incrementa más de tres veces cuando este grupo de países es dividido aún más entre países de un nivel de desarrollo medio-alto (grupo 3) y los países desarrollados (grupo 4). Por otra parte, para los 50 países que hacen parte del grupo con menor nivel de desarrollo e ingreso no se encuentra una relación clara entre el nivel inicial de productividad y el ritmo de crecimiento del ingreso per-cápita. Como se observa en la fila 5 del Cuadro 5, esto se explica por el “patrón de confusión” que parece existir en el grupo de países que conforman las economías de nivel de desarrollo medio-bajo (grupo 2). Sin embargo, como veremos dentro de poco, un tipo de conducta más ordenada se encuentra en este grupo cuando uno de nuestros candidatos principales para explicar la existencia o no de convergencia se incluye en la ecuación de regresión.

Los resultados presentados en el Cuadro 5 confirman el hallazgo de Baumol (1986) y de otros analistas de que la llamada “ventaja del país atrasado” no es un fenómeno general. Más importante, y novedoso, es cuando se encuentra que los países que en el período inicial tienen un nivel de desarrollo económico relativamente similar tienden de manera consistente a converger a un nivel de ingreso per-cápita común, pero no tienden a

converger al nivel de ingreso per-cápita de los países que inicialmente tenían un nivel de desarrollo económico mucho mayor. Para estar más seguros, recordemos que, con la excepción del grupo 2, los resultados muestran, de manera consistente y significativa desde el punto de vista estadístico, que el proceso de convergencia tiene lugar; sin embargo, este patrón tiende a ser muy débil cuando usamos un grupo de países conformado por varios de nuestros subgrupos (por ejemplo, los grupos 1 y 2, conjuntamente). En otras palabras, los cálculos presentados en el Cuadro 5 parecen dar soporte a dos ideas: (a) a la tesis avanzada por algunos autores de que las economías tienden a presentar múltiples equilibrios (por ejemplo, Azariadis y Drazen, 1990; Becker, Murphy y Tamura, 1990; Uribe, 1992), y (b) a la idea de que no existe nada en el proceso de crecimiento económico que garantice que aquellos países que comienzan atrasados tecnológicamente, “automáticamente” crezcan más rápido que los que comienzan como países tecnológicamente líderes.

El siguiente paso es evaluar la idea casi unánime entre los estudiosos del crecimiento económico de que es la cantidad y la calidad de la educación la que determinan si el ingreso per-cápita en los países más pobres crece más rápido que el ingreso per-cápita en las naciones más prósperas. A tal fin hemos estimado la ecuación (b), en la cual estoy siguiendo exactamente el mismo procedimiento sugerido por Baumol et. al., (1991); esto es, adición al logaritmo del PIB en el período inicial (1960) el logaritmo de la fracción de la población en edad de trabajar que completó los estudios de escuela secundaria para ver cuánto de la variabilidad del producto per-cápita de cada país puede ser explicado usando sólo información de estas dos variables. Es importante resaltar, sin embargo, que cuando estimamos la ecuación (b) usando la educación primaria y universitaria como variable independiente, los resultados fueron más pobres en términos de consistencia y de significancia estadística. Ello, como veremos pronto, da mayor

apoyo a los resultados y conclusiones que presentaremos a continuación.

En efecto, los resultados de este ejercicio (presentados en el Cuadro 6) son de gran interés. Observemos, en primer lugar, lo que obtuvimos cuando usamos los datos de la totalidad de la muestra de países. Como vimos anteriormente, cuando no incluimos la variable educación, los resultados econométricos fueron muy débiles (por ejemplo, el $R^2 = 0,036$). Pero ahora, con la variable educación incluida, no solo el coeficiente correspondiente al nivel inicial de productividad es negativo y significativo sino que también es significativo y positivo el coeficiente de educación. Parece entonces que los datos de una gran cantidad de países desarrollados y subdesarrollados para el período 1960-1985 dan bases para creer en la idea casi generalizada entre los economistas de que “la habilidad para absorber nuevas tecnologías, y de ahí la velocidad con la cual una economía se desatrasa, es fuertemente dependiente del nivel de educación” (Baumol et al., 1991).

Pero los resultados son aún más interesantes cuando analizamos lo que pasa después de dividir la muestra total de países entre varios subgrupos. Consideremos, primero, el grupo conformado por los 49 países con el más alto nivel de “desarrollo económico” (los grupos 3 y 4, estudiados de manera separada y conjunta). Como es de esperar, en los tres casos el coeficiente del nivel de productividad inicial es positivo y significativo al 1%. Sin embargo, sólo en el grupo de las economías más desarrolladas y con mayor nivel de ingreso (grupo 4), el coeficiente de “Educ.” es significativo a un nivel de confiabilidad del 95%. Para la muestra de economías de mediano-alto ingreso (grupo 3), el coeficiente de la educación es cuantitativamente muy pequeño e insignificante desde el punto de vista estadístico; es más, al agregar esta variable sólo se incrementa un poco el término de errores de la regresión. Por lo tanto, para la muestra de 49 países con el mayor nivel de “desarrollo económico,” el R^2 permanece relativamente pequeño

(0.157) y el coeficiente correspondiente al efecto de la educación es insignificante a los niveles de confianza convencional. Estos resultados parecen sugerir la conclusión, sin duda muy controversial, de que el nivel de educación de la población no ha sido el principal factor en la explicación de por que los países que conforman el grupo de mediano-alto nivel de desarrollo no han sido capaces de entrar al grupo de países desarrollados (grupo 4)¹⁰.

Los resultados para el grupo de los 50 países con el menor nivel de desarrollo, presentados en las filas 3, 4 y 5 del Cuadro 6, muestran un patrón opuesto al anterior. Los cálculos econométricos sugieren que una fuerza de trabajo con educación secundaria es de vital importancia para que las economías de más bajo nivel de desarrollo sean capaces de iniciar un proceso de crecimiento económico sostenido. En efecto, en el grupo de países de mediano-bajo nivel de desarrollo (grupo 2), cuando la variable “Educ.” es agregada al grupo de variables independientes, los resultados cambian dramáticamente. El coeficiente de “Educ.” no solo es grande en términos cuantitativos (0.543) sino también muy significativo desde el punto de vista estadístico. Además, el coeficiente de determinación (R^2) es 0.469, el cual puede considerarse como muy alto en una regresión de corte transversal que usa sólo dos variables independientes. Es importante resaltar, sin embargo, que en la regresión que usa información de las economías en “extrema pobreza” (grupo 1), el coeficiente de “Educ.” no es significativamente diferente de cero. Esto puede ser atribuido parcialmente al hecho de que, en los países que conforman el grupo 1, la proporción de

¹⁰ Por supuesto, muchos factores no considerados en este trabajo pueden influir en los resultados presentados aquí. Por ejemplo, en un trabajo en curso usamos los años de educación de la fuerza laboral como “proxy” para la acumulación de capital humano. Este indicador es mucho mejor que el usado en este trabajo. Además, consideramos la posibilidad de que existan no-linealidades importantes en los datos, así como las posibles complementariedades entre la educación y otras variables económicas (v.gr. el grado de apertura de la economía).

la población en edad de trabajar que tiene estudios secundarios es muy baja y uniforme, lo que hace imposible capturar cualquier influencia en la ecuación de regresión. Pero, por debajo, lo que las estadísticas sugieren es que (desde hace mucho tiempo) estos países se encuentran atrapados en una “trampa de extrema pobreza” en la cual no existe un solo factor que haga diferencia en su muy débil conducta dinámica.

En general, los resultados del Cuadro 6 sugieren que las economías del mundo necesitan obtener un nivel mínimo de acumulación de capital humano antes de comenzar a moverse hacia una etapa de crecimiento económico sostenido, de una manera muy similar a la sugerida en el modelo construido hace unos años por Azariadis y Drazen (1990). En el nivel de “desarrollo económico” de los países que conforman el grupo 2, los procesos de producción parecen estar restringidos por la falta de una fuerza de trabajo que pueda aprender

a desarrollar nuevas tareas productivas, a recibir y procesar nueva información, y a evaluar y ajustarse a nuevas circunstancias (v. gr. en la producción de bienes y servicios más complejos tecnológicamente), características que, podríamos pensar, requieren de una población trabajadora con estudios secundarios. Sin embargo, al nivel de desarrollo económico de los países en el grupo 3, esta restricción no parece ser la fundamental. Estas economías, a pesar de ser llamadas por nosotros “economías de desarrollo medio-alto”, producen bienes y servicios sin grandes requerimientos tecnológicos y cuentan con una proporción importante de la fuerza laboral que tiene educación secundaria. Es lógico esperar, por lo tanto, que en este grupo el incremento marginal en el nivel de educación tenga un efecto marginal sobre el producto real que sea muy débil (por ejemplo, en este grupo el coeficiente de “Educ.” no es significativamente diferente de cero), hasta que las economías se desarrollen a un punto tal que los

Cuadro 6. CONVERGENCIA CONDICIONAL GLOBAL Y LOCAL. EL EFECTO DE LA EDUCACION

Muestra	Constante	LPIB60	Educ.	R ²	Suma del cuadrado de los errores
Total	1.252	-0.167 (-2.529)	0.343 (5.275)	0.252	0.389
Superior	2.201	-0.255 (-2.852)	0.265 (1.499)	0.157	0.372
Inferior	2.308	-0.323 (-2.193)	0.294 (3.542)	0.211	0.389
Grupo 1	4.631	-0.682 (-2.023)	0.008 (0.090)	0.280	0.273
Grupo 2	1.165	-0.199 (-1.004)	0.543 (0.113)	0.310	0.404
Grupo 3	4.629	-0.513 (-3.421)	0.027 (0.113)	0.310	0.404
Grupo 4	4.216	-0.490 (-3.406)	0.353 (1.852)	0.441	0.211

procesos de producción requieran de nuevas formas de capital humano. Como consecuencia de esto, los grupos 2 y 4 pueden representar ejemplos de grupos de países donde la acumulación de capital humano tiene un efecto marginal importante sobre el producto real.

Pasamos ahora al análisis del Cuadro 7, donde se presentan los estimativos de la magnitud de la influencia de la infraestructura física en las tasas de crecimiento del producto. Los resultados aquí son aún más interesantes. A primera vista, parece que los países con diferentes niveles de desarrollo económico convergieran entre ellos de manera consistente, en términos del PIB real. En efecto, la regresión que incluye información sobre la totalidad de países desarrollados y subdesarrollados (fila 1) parece pasar los tests estadísticos más obvios; esto es, la regresión tiene los valores previstos por la hipótesis de convergencia (los países con un

menor nivel de PIB real en el período inicial - 1960- tienden a crecer más rápido) y los valores numéricos de los coeficientes, incluyendo el coeficiente que captura el efecto de la infraestructura física, pasa las pruebas estadísticas convencionales. Sin embargo, cuando uno estudia los resultados de una manera más desagregada, es obvio que la hipótesis de “convergencia” se confirma sólo en el caso de aquellos países que hemos agrupado en los grupos 3 y 4. Por ejemplo, es sólo en las regresiones que incluyen estos países que el R² es muy grande (0.627 y 0.650 para los grupos 3 y 4, respectivamente), y también que los valores numéricos de los coeficientes pueden pasar los tests estadísticos más estrictos (véase, por ejemplo, los resultados en las filas 2, 6 y 7 del Cuadro 7). Sin duda, los resultados en este cuadro sugieren que en el nivel de desarrollo económico de los países que conforman el grupo 3, la función de producción agregada cambia nuevamente de forma, y la

Cuadro 7. CONVERGENCIA CONDICIONAL GLOBAL Y LOCAL. EL EFECTO DE LA INFRAESTRUCTURA FISICA

Muestra	Constante	LPIB60	Infras.	R ²	Suma del cuadrado de los errores
Total	3.884	-0.370 (-4.209)	0.274 (6.024)	0.300	0.376
Superior	7.893	-0.830 (-8.180)	0.424 (7.444)	0.599	0.256
Inferior	2.428	-0.227 (-1.522)	0.163 (2.591)	0.125	0.410
Grupo 1	4.553	-0.671 (2.140)	-0.003 (-0.038)	0.279	0.273
Grupo 2	2.248	-0.183 (-0.699)	0.204 (2.422)	0.156	0.453
Grupo 3	8.242	-0.874 (-6.502)	0.422 (4.702)	0.627	0.297
Grupo 4	8.341	-0.876 (-5.621)	0.362 (3.955)	0.650	0.167

inversión en infraestructura física se convierte en un insumo muy importante en el proceso de producción. En los grupos 3 y 4, el coeficiente de "Infras." es muy grande y estadísticamente significativo, al indicar que en este nivel de desarrollo la inversión en infraestructura física se ha convertido en un determinante fundamental de su habilidad para crecer.

3. El modelo completo

Recientemente, Levine y Renelt (1992) mostraron que la mayoría de los estudios empíricos sobre el crecimiento económico presentan resultados muy frágiles; esto es, las conclusiones de los estudios cambian con pequeñas modificaciones en el conjunto de variables independientes usadas. Más interesante aún, ellos no pudieron encontrar muchas relaciones independientes entre variables econó-

micas y crecimiento que fueran robustas cuando controlaron por la participación de la inversión en el PIB. Es importante, por lo tanto, ver qué pasa con nuestros resultados cuando consideramos el modelo completo y controlamos por el rol de la inversión física, la educación y el crecimiento poblacional.

El Cuadro 8 presenta los resultados del modelo completo para la totalidad de la muestra de países y para la división de los países entre los de mayor y los de menor nivel de "desarrollo económico". El primer resultado a destacar se refiere a que en la mayoría de los casos la evidencia de convergencia condicional es mucho más fuerte cuando la variable que representa el efecto de la infraestructura física es incluida que cuando no lo es (compárese, por ejemplo, el Cuadro 8 con los resultados del Cuadro 1). En particular, usar la variable "Infras." como un regresor adicional casi que dobla el co-

Cuadro 8. PRUEBA DE CONVERGENCIA CONDICIONAL GLOBAL Y LOCAL. EL EFECTO DE LA INFRAESTRUCTURA FISICA. Variable dependiente: Log de la diferencia del PIB por población en la edad de trabajar 1960-1985

Muestra	Total	Superior	Inferior
Número de Observaciones	99	49	50
Constante	3.006	5.599	1.805
Ln(PIB60)	-0.405 (-4.999)	-0.723 (-6.679)	-0.327 (-2.213)
Ln(n+g+δ)	-0.334 (-1.147)	-0.016 (-0.686)	-0.083 (-0.118)
Ln(l/PIB)	0.411 (4.182)	0.408 (2.451)	0.355 (2.829)
Ln(Educ.)	0.210 (3.545)	0.0124 (0.100)	0.206 (2.514)
Ln(Infras.)	0.106 (2.186)	0.313 (4.289)	0.031 (0.485)
R ²	0.505	0.649	0.373
Suma del cuadrado de los errores	0.321	0.248	0.359

eficiente de la variable correspondiente al producto inicial ($\ln(\text{PIB}_{60})$) en el grupo de países con mayor nivel de desarrollo e incrementa el coeficiente para la totalidad de la muestra en más del 40%. Además, los coeficientes de la variable inversión ($\ln(I/\text{PIB})$) son 0.411, 0.408 y 0.355 para la totalidad de la muestra y para la subdivisión de los países entre los de mayor y los de menor nivel de desarrollo económico, respectivamente. Así, en el caso de la totalidad de la muestra, el efecto de controlar por la variable infraestructura es reducir el impacto estimado de la inversión sobre el crecimiento económico en cerca del 30%, mientras que para el subgrupo de 49 países con el mayor nivel de desarrollo es reducirlo a menos de la mitad del valor presentado en el Cuadro 1. Los coeficientes correspondientes a la variable educación ($\ln(\text{Educ.})$) permanecen prácticamente los mismos, indicando una vez más que la acumulación del capital humano no tiene efecto marginal en la explicación de las diferencias en el creci-

miento de los países de mayor nivel de desarrollo económico. Como se observa en el Cuadro 9, ninguna de las principales conclusiones se altera si no controlamos por los cambios en la tasa de inversión en capital físico.

Finalmente, los Cuadros 10 y 11 presentan los resultados del “modelo completo” aplicado a las 4 sub-muestras de países. El primer aspecto a resaltar es que en los grupos 1 y 2 la elasticidad del producto real a los cambios en la infraestructura física no es significativamente diferente de cero, mientras que en los grupos 3 y 4 el efecto de la infraestructura sobre el producto real es cuantitativamente grande y significativo. Además, cuando se comparan los resultados del Cuadro 10 con los del Cuadro 2, es evidente que el principal efecto de incluir la variable infraestructura física en las regresiones de los grupos 3 y 4 es disminuir la sensibilidad del producto a los cambios en la tasa de inversión en capital físico. En el caso de los

Cuadro 9. EL EFECTO DE LA INFRAESTRUCTURA FISICA (sin incluir el efecto de la inversión). Variable dependiente: Log de la diferencia del PIB por población en la edad de trabajar

Muestra	Total	Superior	Inferior
Número de Observaciones	99	49	50
Constante	2.925	7.950	2.980
$\ln(\text{PIB}_{60})$	0.0797 (2.887)	-0.832 (-7.974)	-0.410 (-2.635)
$\ln(n+g+\delta)$	-0.446 (4.996)	-0.063 (-0.205)	0.164 (0.217)
$\ln(\text{Infras.})$	0.102 (0.315)	0.415 (6.547)	0.104 (1.660)
$\ln(\text{Educ.})$	0.263 (5.829)	0.0341 (0.262)	0.246 (2.831)
R^2	0.357	0.600	0.260
Suma del cuadrado de los errores	0.364	0.260	0.386

Cuadro 10. PRUEBA DE CONVERGENCIA CONDICIONAL- LOCAL. EL EFECTO DE LA INFRAESTRUCTURA FISICA. EL "MODELO COMPLETO"

Muestra	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Número de Observaciones	15	35	29	20
Constante	4.599	0.906	5.117	7.617
Ln(PIB60)	-0.666 (-2.144)	-0.136 (-0.616)	-0.763 (-5.510)	-0.747 (-4.865)
Ln(n+g+ δ)	-0.622 (-0.695)	-0.374 (-0.393)	0.459 (0.982)	-0.873 (-2.006)
Ln(I/PIB)	0.333 (2.473)	0.302 (1.734)	0.517 (2.449)	0.164 (0.843)
Ln(Educ.)	0.0363 (0.416)	0.433 (3.800)	-0.183 (-1.110)	0.288 (1.920)
Ln(infras.)	-0.096 (-1.109)	0.0265 (0.321)	0.334 (3.239)	0.264 (2.826)
R ²	0.586	0.538	0.72	0.76
Suma del cuadrado de los errores	0.239	0.352	0.273	0.153

grupos 3 y 4, los coeficientes correspondientes a la variable inversión (Ln(I/PIB)) son 0.517 y 0.164, respectivamente; esto es, aproximadamente 40% menos que los reportados en el Cuadro 2. Igualmente interesante, para el grupo 3, la suma de los coeficientes de infraestructura física y de inversión privada en capital físico presentados en el Cuadro 10 es muy cercana al valor del coeficiente del Ln(I/PIB) que presentamos en el Cuadro 2. Ya que la infraestructura física es una clase de factor de producción "no pagado," parece entonces que los beneficios de su contribución al producto son totalmente "capturados" por el capital privado físico. De nuevo, ninguna de las conclusiones más importantes cambia cuando no controlamos por los cambios en la tasa de inversión en capital físico (véase Cuadro 11).

En general, los resultados presentados en los Cua-

dro 8 a 11 parecen confirmar la idea presentada por Uribe (1992) de que existen dos tipos de "umbrales" en el proceso de crecimiento económico. El primer "umbral" surge de las externalidades generadas por la acumulación de capital humano y determina el paso de una economía sin crecimiento en el producto per-cápita a otra con crecimiento económico sostenido. En el nivel de desarrollo económico de los países que conforman el grupo 2, la función de producción parece cambiar de forma y el nivel de educación de la población se vuelve un insumo de vital importancia en el proceso de producción. El segundo "umbral" surge de las externalidades generadas por la acumulación de capital público en la forma de infraestructura física y determina en parte el paso de una economía de desarrollo económico medio a otra de desarrollo económico alto. En efecto, en el nivel de desarrollo econó-

mico de los países que conforman el grupo 3, la función de producción parece cambiar de nuevo y las inversiones en infraestructura física se convierten en un insumo de vital importancia en el proceso de producción.

IV. CONCLUSIONES

El propósito de este trabajo fue estudiar empíricamente los determinantes del crecimiento económico, con base en regresiones de corte transversal que usan información de 99 países. El análisis lo llevamos a cabo siguiendo dos etapas muy simples: (a) dividiendo el grupo de países en grupos relativamente homogéneos de acuerdo con su "nivel de desarrollo económico" en el período inicial (1960) y (b) extendiendo el modelo de crecimiento de Solow para incluir los efectos de la infraestructura física y de la educación. Los principales resultados teóricos y empíricos pueden ser resumidos de la siguiente manera:

(i) Dividir de manera mecánica la muestra de países de acuerdo con el nivel de desarrollo económico genera mejoras significativas en la habilidad del modelo extendido de Solow para explicar las tasas de crecimiento dentro de cada grupo. Además, encontramos evidencia en favor de la idea de que los países, dependiendo de su nivel de desarrollo económico, obedecen a funciones de producción que son diferentes. Estos resultados parecen verificar (a) la intuición de Baumol (1986) de que existen varios "clubs de convergencia" en la economía mundial y (b) la idea de que los datos son mejor analizados si se consideran como resultantes de un modelo de "masas críticas" y equilibrios múltiples, en el espíritu de los modelos desarrollados recientemente por Azariadis y Drazen (1990), Becker, Murphy y Tamura (1990) y Uribe (1992), entre otros.

(ii) Las economías parecen moverse a través de regímenes de producción que responden a dife-

Cuadro 11. PRUEBA DE CONVERGENCIA CONDICIONAL LOCAL. EL EFECTO DE LA INFRAESTRUCTURA FISICA (Sin incluir el efecto de la inversión)

Muestra	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Número de Observaciones	15	39	29	20
Constante	6.108	2.029	8.030	8.350
Ln(PIB60)	-0.734 (-1.930)	-0.274 (-1.282)	-0.905 (-6.558)	-0.780 (-5.290)
Ln(n+g+δ)	-0.652 (-0.592)	(-0.010) (-0.011)	0.428 (0.832)	-0.825 (-1.930)
Ln(Educ.)	0.0235 (0.220)	0.496 (4.431)	-0.168 (-0.931)	0.285 (1.921)
ln(Infra.)	-0.034 (-0.336)	0.081 (1.040)	0.465 (4.775)	0.283 (3.170)
R ²	0.304	0.490	0.650	0.747
Suma del cuadrado de los errores	0.294	0.364	0.300	0.151

rentes “masas críticas” de capital humano. En el nivel de desarrollo económico de los países en el grupo 2 (medio-bajo), la producción parece estar restringida por el grado de educación de la fuerza de trabajo, en especial por la población trabajadora con educación secundaria. En este nivel de desarrollo económico la educación secundaria parece generar un alto producto marginal. Sin embargo, en el nivel de desarrollo económico de los países en el grupo 3, esta restricción no parece ser la fundamental. En este nivel de desarrollo, la educación parece generar un producto marginal bajo, característica que se revierte nuevamente en un nivel de desarrollo económico alto. Todo esto parece indicar que un país del grupo 3 que tenga metas de desarrollo económico más ambiciosas necesita avanzar en otras áreas antes de que sus procesos de producción tengan que ser reorganizados y se creen nuevas necesidades de capital humano.

(iii) Las economías también parecen moverse a través de regímenes de producción que responden a diferentes “masas críticas” de inversión en infraestructura física. En el nivel de desarrollo económico de los países clasificados en los grupos 1 y 2, la infraestructura física parece tener un producto marginal muy bajo (o nulo). Esto es consistente con la hipótesis de que existe un punto crítico por debajo del cual las economías están divididas en mercados que son muy pequeños y aislados, con un bajo nivel de capitalización y con muy pocos requerimientos de inversión en infraestructura. En contraste, en el nivel de desarrollo económico de los grupos 3 y 4, la infraestructura física parece tener un producto marginal muy alto. Esto es consistente con la idea de que el capital público en la forma de infraestructura física es un factor de producción muy importante en la tecnología de producción de las economías con un nivel intermedio-alto y alto de desarrollo económico. Más importante, es consistente con la idea de que existe un “umbral” en las externalidades generadas por la inversión en infraestructura física por encima del cual el crecimiento económico se acelera.

(iv) Los coeficientes estimados correspondientes al efecto de la infraestructura física y de la inversión en capital físico son mucho mayores en el caso del tercer grupo de países que en el cuarto. Creemos que esto puede ser explicado por el hecho que en los países desarrollados los aspectos de retornos crecientes de la infraestructura física han sido agotados o, al menos, disminuidos de manera significativa. Más importante aún, ello puede explicar el hecho de que las economías de medianos ingresos tienden a ser las que crecen más rápido: ellas se estarían beneficiando tanto de los aspectos de retornos crecientes de la infraestructura física como de los efectos de la integración de mercados, mientras que las economías desarrolladas han agotado la mayoría de estas fuentes de crecimiento¹¹.

(v) Una ecuación de regresión que use datos de una muestra amplia de países con condiciones económicas muy heterogéneas puede estar mal especificada. El mismo problema podría existir en el caso de los estudios de corte transversal que usan información de los países de mediano y altos ingresos y que no incluyen en sus modelos los efectos de la inversión en infraestructura física. Todo esto quiere decir que la mayoría de los estudios en la literatura sobre el crecimiento económico puede estar ofreciendo conclusiones erróneas.

En general, la principal conclusión de este ejercicio econométrico puede ser resumida de la siguiente manera: mientras la existencia de una fuerza de trabajo con educación secundaria es un prerequisite para que los países de bajos ingresos entren en un proceso de crecimiento sostenido, la conformación de una infraestructura física adecuada es un prerequisite para que los países de un nivel de desarrollo medio alto continúen su proce-

¹¹ La historia económica de los países indica que estos efectos positivos de la inversión en infraestructura física pueden ser muy grandes. Considérese, por ejemplo, el efecto que tuvo sobre el crecimiento económico de los Estados Unidos la línea de ferrocarril entre los dos océanos, o la importancia en Colombia de la llamada “troncal de occidente”.

so de desarrollo económico y cierran la brecha con el ingreso per-cápita de las naciones más prósperas. Ya que Colombia hace parte del grupo de países con ingreso medio-alto, su inhabilidad para alcanzar a los países más avanzados en niveles de productividad y de ingreso per-cápita podría ser explicada por las deficiencias en infraestructura física. Sin duda, si este resultado se mantiene luego de mayor investigación y crítica, contribuirá de manera considerable a nuestro entendimiento

del proceso de crecimiento y ayudará a definir aéreas de política económica. Además, podría confirmar la versión defendida por este autor de que las externalidades que resultan de la aglomeración de la actividad productiva y de las inversiones en infraestructura física están en el centro de la explicación del proceso de crecimiento económico, aspecto que ha sido casi totalmente ignorado en la literatura reciente sobre el crecimiento económico.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aschauer, D.A. (1989a), Is Public Expenditure Productive *Journal of Monetary Economics*, 23: 177-200.
- Aschauer, D.A. (1989b), Does Public Investment Crowd Out Private Capital? *Journal of Monetary Economics*, 24: 171-88.
- Aschauer, D.A. (1989c), Public Investment and Productivity Growth in the Group of Seven, Federal Reserve Bank of Chicago, *Economic Perspectives*, 13 (5) 17-25.
- Aschauer, D.A. y J. Greenwood (1985), Macroeconomic Effects of Fiscal Policy. En K. Brunner y A. Meltzer (eds.), *The "New Monetary Economics," Fiscal Issues and Unemployment*, Amsterdam, North-Holland.
- Azariadis, C. y A. Drazen (1990), Threshold Externalities in Economic Development, *Quarterly Journal of Economics*, 105: 501-526.
- Baumol, W. J. (1986), Productivity Growth, Convergence and Welfare: What the Long Run Data Show, *American Economic Review*, 76: 1072-1085.
- Baumol, W., B. Blackman y S.A. Wolff (1989), *Productivity and American Leadership: The long View*, Cambridge, MIT Press.
- Becker, G.S., Kevin Murphy y Robert Tamura (1990), Human Capital, Fertility, and Economic Growth, *Journal of Political Economy*, 98 (5).
- DeLong, J. D. (1988), Productivity Growth, Convergence and Welfare: Comment, *American Economic Review*, 78: 1138-1154.
- Deno, K. (1988), The Effect of Public Capital on U.S. Manufacturing activity, *Southern Economic Journal*, 55 (2): 401-411.
- Durlauf, S y J. Johnson (1992), Local versus Global Convergence Across National Economies, Stanford University.
- Easterly, W. R. (1990), How does Growth Begin? Models of Endogenous Development. *Mimeo*. World Bank.
- Easterly, W. R. (1990), Endogenous Growth in Developing Countries with Government Induced Distortions, *Mimeo*, World Bank.
- Easterly, W. R. (1991), Economic Stagnation, Fixed Factors, and Policy Thresholds, The World Bank Policy, Planning and Research Working Paper No. 795, Washington, D.C.
- Garcia-Mila, T. y McGuire (1987), The contribution of Publicly Provided Inputs to State's Economies, State University of New York at Stony Brook Research Paper No. 292.
- Lucas, R. E. (1988), On the Mechanics of Economic Development, *Journal of Monetary Economics*, 22: 3-42.
- Mankiw, N. G., D. Romer and D. Weil (1992), A contribution to the Empirics of Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics*, May.
- Munnell, A.H. (1990), Why has Productive Growth Declined? Productivity and Public Investment, Federal Reserve Bank of Boston, *New England Economic Review*, January/February, 3-22.
- Murphy, K., A. Shleifer y R. Vishny (1989), Industrialization and the Big Push, *Journal of Political Economy*, 97, October, 1003-1026.
- Nelson, R. (1956), A Theory of Low Level Equilibrium Trap in Underdeveloped Economies, *American Economic Review*, 46: 894-908.

- Rebelo, S. (1991), Growth in Open Economies, The World Bank Policy, Planning and Research Working Paper No. WPS 799, Washington, D.C.
- Romer, P. M. (1986), Increasing Returns and Long Run Growth, *Journal of Political Economy*, 94: 1002-10037.
- Romer, P. M. (1987), Crazy Explanations for the Productivity Slowdown. En S. Fisher (ed.), *NBER Macroeconomic Annual*, Cambridge, MIT Press.
- Romer, P. M. (1989a), Capital Accumulation in the Theory of Long Run Growth. En Barro, R. (ed.), *Modern Business Cycle Theory*, Cambridge, Harvard University Press.
- Romer, P.M. (1989b), Human Capital and Growth: Theory and Evidence, NBER Working Paper No. 3173, Cambridge, MA.
- Romer, P.M. (1989c), What Determines the Rate of Growth and Technical Change? The World Bank Policy, Planning and Research Working Paper No. WPS 279, Washington, DC.
- Romer, P.M. (1990a), Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy*, 98: 71-102.
- Romer, P.M. (1990b), Capital, Labor, and Productivity, *Brookings Papers on Economic Activity: Microeconomics*, 337-420. Washington, Brookings Institution.
- Rostow, W.W. (1960), *The stages of Economic Development: A Noncomunist Manifesto*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Uribe, José D. (1992), *On Growth and Fluctuations*, Tesis Doctoral presentada en la Universidad de Illinois - Urbana - Champaign.
- Uzawa, H. (1965), Optimal Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth, *International Economic Review*, 6: 18-31.
- Verspagen B. (1991), A New Empirical Approach to Catching Up or Falling Behind, *Structural Change and Economic Dynamics*, 2 (2): 359-379.

ANEXO 1
GRUPOS DE PAISES

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Zaire	Angola	Brasil	Argentina
Etiopía	Togo	Chile	Australia
Malawi	Camerún	Colombia	Austria
Rwanda	Rep. Cent.Afric.	Costa Rica	Bélgica
Somalia	Costa de Marfil	Ecuador	Canadá
Tanzania	Egipto	Jamaica	Dinamarca
Ghana	Burkina Faso	Méjico	Finlandia
Chad	Kenia	Nicaragua	Francia
Niger	Lesoto	Panamá	Alemania
Malí	Liberia	Paraguay	Irlanda
Uganda	Marruecos	Perú	Italia
Burundi	Mozambique	Rep.Dominicana	Japón
Sierra león	Nigeria	Uruguay	Holanda
Zambia	Nueva Guinea	Venezuela	Nueva Zelandia
Mauritania	Burma	Trinidad y Tobago	Noruega
	Botswana	Sur Africa	España
	Congo	Filipinas	Suecia
	Beni	Portugal	Suiza
	Zimbawe	Grecia	Gran Bretaña
	Indonesia	Israel	Estados Unidos
	Pakistán	Jordania	
	Senegal	Sri Lanka	
	Nepal	Tailandia	
	Sudán	Singapur	
	Siria	Hong Kong	
	Túnez	Malasia	
	Turquía	Taiwán	
	Madagascar	Corea del Sur	
	Guatemala		
	Bolivia		
	Haití		
	Honduras		
	Bangladesh		
	India		